

KARAKTERISASI HASIL DAN PENENTUAN LAJU REAKSI FERMENTASI BONGGOL PISANG (*Musa paradisiaca*) MENJADI ETANOL DENGAN *Saccharomyces cerevisiae*

CHARACTERIZATION RESULTS AND DETERMINATION REACTION RATES OF BANANA WEEVIL (*Musa paradisiaca*) FERMENTATION INTO ETANOL WITH *Saccharomyces cerevisiae*

Ali Akbar Nada Firmana* dan Siti Tjahjani

Jurusan Kimia FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231

e-mail: alee.firman.af@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui karakteristik hasil dan laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi Etanol dengan *Saccharomyces cerevisiae*. Pembuatan etanol bonggol pisang mengacu pada prinsip fermentasi dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* dilakukan pada variasi waktu 0, 24, 48, 72, 96, dan 120 jam. Etanol yang diperoleh selanjutnya dikarakterisasi kadar etanol berdasarkan Standart Nasional Indonesia SNI 7039:2008. Data karakteristik etanol dianalisis secara deskriptif, sedangkan penentuan laju reaksi hasil fermentasi pati bonggol pisang menjadi etanol dianalisis melalui metode diferensial. Didapatkan karakteristik kadar etanol pada waktu interaksi 0, 24, 48, 72, 96, dan 120 jam berturut-turut, 2%, 4%; 5%; 9%; 12%; dan 11%. Sedangkan laju reaksi fermentasi pati bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol mengikuti persamaan laju reaksi orde satu, $v = k[A]^1$, dengan nilai konstanta laju (k) sebesar 0,0121.

Kata Kunci: Bonggol pisang (*Musa paradisiaca*), Fermentasi bonggol pisang, Etanol.

Abstract. Research has been conducted in order to determine the characteristics and the results of the reaction rate fermentation banana weevil (*Musa paradisiaca*) Into etanol with *Saccharomyces cerevisiae*. Making reference to the principle of etanol by using *Saccharomyces cerevisiae*. Fermentation with *Saccharomyces cerevisiae* has been done on the variation of time 0, 24, 48, 72, 96, and 120 hours. Etanol were then characterized the value of etanol by the Indonesian National Standard 7039:2008. Etanol characteristic data were descriptively analyzed, while the determination of the reaction rate of fermentation into etanol banana weevil analyzed through a diferential method. Characteristics of ethanol content obtained interaction during 0, 24, 48, 72, 96, and 120 hours, respectively 2%, 4%; 5%; 9%; 12%; and 11%, The reaction rate of banana weevil (*Musa paradisiaca*) fermentation into etanol followed the first order reaction rate equation, $v = k[A]^1$, with a rate of constant vale (k) is 0,0121.

Keywords: Banana weevils (*Musa paradisiaca*), Banana weevil fermentation, Etanol.

PENDAHULUAN

Dunia industri di masa sekarang sedang terfokus pada pencarian energi alternatif bahan bakar dari biomassa sebagai sumber energi terbarukan. Hal ini disebabkan oleh semakin menipisnya persediaan bahan bakar fosil, harga minyak dunia yang tidak stabil, serta berbagai permasalahan terkait lingkungan dan politik yang ikut mempengaruhi produksi dan distribusi minyak dunia.

Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif ramah lingkungan yang

dihasilkan dari fermentasi glukosa yang dilanjutkan dengan proses distilasi. Proses destilasi hanya mampu menghasilkan etanol dengan persentase 95% atau secara teoritis <97,20% [1]. Proses produksi bioetanol tidak mengalami kendala terhadap ketersediaan sumber bahan baku. Sumber bahan baku untuk produksi bioetanol berasal dari material tanaman yang dapat diperbarui. Hampir semua tanaman yang mengandung karbohidrat seperti ubi kayu, ubi jalar, jagung, sagu dan tetes dapat digunakan sebagai sumber bahan baku pada proses produksi bioetanol. Ubi kayu, ubi jalar, dan jagung

merupakan tanaman pangan yang biasa ditanam rakyat hampir di seluruh wilayah Indonesia, namun jenis tanaman tersebut merupakan tanaman pengganti makanan pokok. Bahan baku lain yang memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi yaitu bonggol pisang.

Bonggol pisang belum dimanfaatkan oleh masyarakat desa secara optimal sebagai komoditi yang memiliki nilai lebih, padahal bonggol pisang mengandung karbohidrat yang cukup tinggi. Bonggol pisang dalam 100g bahan mengandung karbohidrat 11,6% dan air 86% disamping mengandung mineral dan vitamin. Potensi kandungan pati bonggol pisang yang besar dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan bakar nabati yaitu, bioetanol. Bahan berpati yang digunakan sebagai bahan baku bioetanol disarankan memiliki sifat yang berkadar pati tinggi, memiliki potensi hasil yang tinggi, fleksibel dalam usaha tani dan umur panen [2].

Penelitian pembuatan bioetanol berbahan baku bonggol pisang telah dilakukan oleh [3]. Penelitian tersebut menggunakan metode enzimatis yaitu proses fermentasi menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* pada pati bonggol pisang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses fermentasi dengan variasi waktu 24 jam, 48 jam, 72 jam dan 96 jam dengan suhu 27 °C didapatkan waktu optimum pada 96 jam dengan jumlah etanol yang dihasilkan yaitu 67,5452 ppm dari 30 gram tepung bonggol pisang.

Penelitian diatas terbatas mempelajari lama fermentasi pati bonggol pisang terhadap pembentukan etanol. Penggunaan etanol sebagai bahan bakar didasari oleh sifat etanol murni yang cukup mudah terbakar dan memiliki nilai kalor rendah daripada nilai kalor premium. Lebih rendahnya nilai kalor ethanol daripada nilai kalor premium diperkirakan akan berdampak pada kinerja mesin, yaitu kinerja mesin berbahan bakar ethanol akan lebih rendah daripada kinerja mesin kendaraan berbahan bakar bensin. Karakterisasi etanol perlu dilakukan untuk mendukung data kualitas etanol berdasarkan Standar Nasional Indonesia SNI No. 7039:2008.

Secara umum proses pembuatan etanol dari bahan berpati memerlukan tiga tahapan

yaitu hidrolisis, fermentasi dan distilasi. Dalam proses hidrolisis pati yang biasa digunakan adalah metode enzimatis. Proses hidrolisis dibagi dalam dua tahap yaitu liquifikasi dan sakarifikasi. Liquifikasi merupakan pemecahan pati menjadi dekstrin dengan bantuan enzim α -amilase, sedangkan sakarifikasi merupakan penguraian dekstrin menjadi glukosa dengan enzim *amiloglukosidase*. Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Ragi atau fermentasi merupakan zat yang menyebabkan fermentasi. Ragi biasanya mengandung mikroorganisme yang melakukan fermentasi dan media biakan bagi mikroorganisme tersebut.

Fermentasi etanol adalah perubahan 1 mol gula menjadi 2 mol etanol dan 2 mol CO₂. Pada proses fermentasi etanol, khamir akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhof-Parnas, sedangkan asam piruvat yang dihasilkan akan didekarboksilasi menjadi asetaldehid yang kemudian mengalami dehidrogenasi menjadi etanol[4]. *Saccharomyces cerevisiae* adalah jenis khamir utama yang berperan dalam produksi minuman beralkohol seperti bir, anggur dan juga digunakan untuk fermentasi adonan dalam perusahaan roti dan fermentasi tape.

Proses fermentasi dipengaruhi banyak faktor, diantaranya adalah suhu, pH, konsentrasi ragi dan waktu fermentasi. Waktu dalam suatu reaksi akan mempengaruhi pengurangan reaktan atau penambahan produk. Pada suatu reaksi, bertambahnya produk reaksi dan berkurangnya reaktan biasa dipelajari dalam laju reaksi. Laju reaksi adalah besarnya perubahan pereaksi ataupun produk per satuan waktu, hal ini penting karena dengan diketahuinya laju reaksi maka dapat menentukan waktu yang sesuai untuk terjadinya suatu reaksi kimia. Produk reaksi fermentasi bisa dinyatakan dengan konsentrasi etanol (% v/v) sehingga, laju reaksi fermentasi dapat dinyatakan sebagai besarnya konsentrasi etanol per satuan waktu. Semakin besar kadar etanol yang dihasilkan berarti semakin besar konversi glukosa menjadi etanol. Etanol yang

dihasilkan pada proses fermentasi biasanya dihasilkan sekitar 10-14% [5].

Nilai laju reaksi setara dengan konsentrasi berpangkat yang disebut orde reaksi, dan secara matematis dinyatakan dengan persamaan: $Laju = k [A]^a$. Reaksi fermentasi glukosa menjadi etanol merupakan reaksi yang berlangsung dalam satu fase zat, yaitu fase cair dan disebut reaksi homogen. Reaksi homogen mengikuti orde sederhana, yaitu: orde nol, satu, atau dua.

Berdasarkan uraian diatas, untuk mengetahui karakterisasi hasil dan laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol dengan *Saccharomyces cerevisiae* maka perlu dilakukan penelitian.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, gelas ukur, spatula, botol aquades, corong *Buchner*, botol tertutup, fermentor, erlenmeyer, labu destilasi, termometer, *Condensor Liebig*, *thermocontrol*, buret, pipet tetes, pipet ukur, penjepit dan *Alcoholmeter*.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah bonggol pisang, ragi merk NKL, aquadest, Ca(OH)_2 .

PROSEDUR PENELITIAN

Fermentasi Pati Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi Etanol. [4]

a. Tahap Persiapan

Tahap ini akan dihasilkan bubur bnggol pisang sebagai bahan dasar pembuatan bioetanol. Bonggol pisang akan melalui beberapa tahap, diantaranya: pengumpulan bonggol pisang, pencucian bonggol pisang, pemblederan bonggol pisang sebanyak 500 gram dan dicampur dengan air 1000 ml.

b. Tahap Sakarifikasi

Proses sakarifikasi adalah proses yang digunakan untuk memecah gula kompleks menjadi gula yang lebih sederhana. 500 gram bonggol pisang dipanaskan pada suhu 100 oC dalam penangas air selama 1 jam dan blender dengan menambahkan 1000 ml air. setelah selesai didinginkan masukkan bubur bonggol pisang kedalam jirigen yang berkapasitas 10 liter.

c. Tahap Fermentasi

Proses fermentasi ditambahkan ragi tape sebanyak 1,4% atau 7 gram. Proses fermentasi dilakukan secara anaerobic (tanpa udara), suhu harus dijaga sekitar 28-30oC (didiamkan pada suhu kamar) dengan variasi waktu 48, 72, 96, dan 120 jam. Setelah proses fermentasi selesai jirigen dapat dibuka dan kondisi diperoleh bau yang menyengat, lalu disaring dan diperas, kemudian hasil cairan ditampung dalam wadah.

d. Tahap Distilasi

Proses yang dilakukan dalam proses distilasi ini adalah sebagai berikut:

- Memasang thermocontrol pada kompor listrik untuk mengatur suhu.
- Menyiapkan labu distilasi dengan kapasitas 1000 ml dan labu penampung hasil distilasi serta Condensor Liebig sebagai pendingin pada proses penguapan yang dilakukan pada cairan hasil fermentasi, kemudian alat-alat tersebut dirangkai. Pada Condensor Liebig dipasang selang yang telah dialiri air untuk mempercepat pendinginan.
- Cairan hasil fermentasi dimasukkan ke dalam labu distilasi, kemudian proses distilasi dimulai dengan memanaskannya pada suhu 78°C atau menggunakan titik didih alkohol.
- Pengambilan data kadar bioetanol dilakukan 50 ml pertama hasil distilasi kemudian dilakukan pengujian kadar bioetanol dengan *alcoholmeter*.

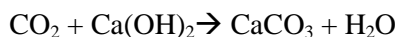
HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kadar Etanol Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*).

Untuk mengetahui adanya etanol yang dihasilkan dari proses fermentasi pati bonggol pisang, maka dilakukan uji kualitatif.

Fermentasi dapat terbukti bila menghasilkan etanol dan gas CO_2 . Untuk membuktikan adanya etanol dalam fermentor, maka dari pipa karet akan keluar gas CO_2 yang kemudian bereaksi dengan larutan Ca(OH)_2 dimana larutan akan menjadi keruh dan bila didiamkan akan terbentuk endapan putih dari CaCO_3 .



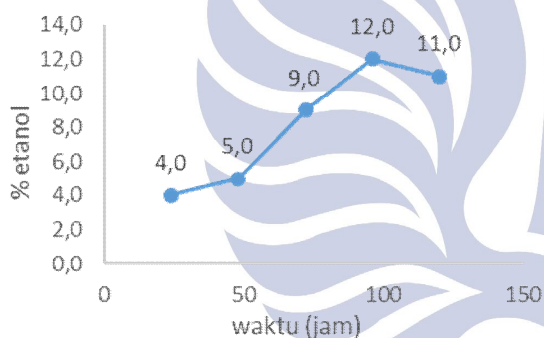


Fermentasi dapat dihentikan dengan jalan mendestilasi hasil fermentasi. Destilasi yang digunakan adalah destilasi biasa dan suhu 78°C. Hasil karakterisasi kadar etanol disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Data hasil destilasi terhadap lama fermentasi

No	Bonggol Pisang (gr)	Jumlah Perbandingan			Kadar Etanol (%)
		Air (mL)	Ragi (gr)	Waktu fermentasi (jam)	
1	500	1000	7	0	2
2	500	1000	7	24	4
3	500	1000	7	48	5
4	500	1000	7	72	9
5	500	1000	7	96	12
6	500	1000	7	120	11

Berdasarkan tabel 1, dibuat grafik antara karakteristik etanol dengan waktu fermentasi yang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kadar Etanol (%) pada variasi waktu fermentasi

Laju Reaksi Fermentasi Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi Etanol.

Laju reaksi fermentasi bonggol pisang menjadi etanol berdasarkan kadar etanol yang ditentukan dengan metode grafik. Data nilai kadar etanol disajikan pada tabel 2.

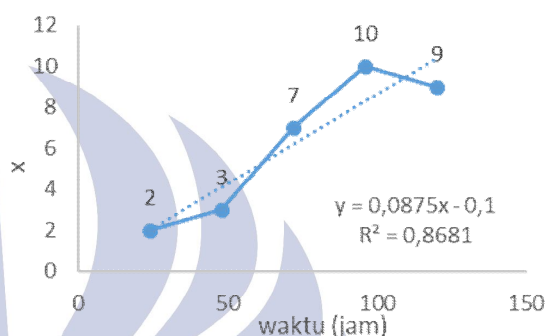
Tabel 2. Nilai kadar etanol pada variasi waktu fermentasi

Waktu (jam)	Kadar Etanol (%)
0	2
24	4
48	5
72	9
96	12
120	11

Berdasarkan tabel 2 maka dapat dihasilkan hukum laju reaksi pada orde nol, satu, dua, dan tiga.

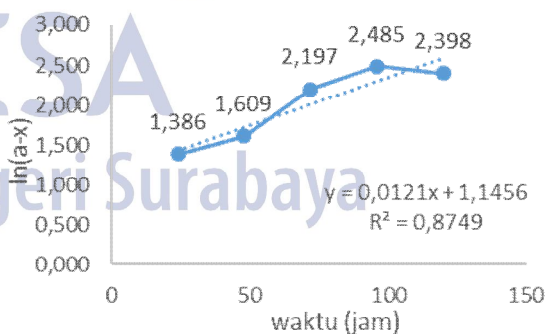
Laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol pada orde nol

Berdasarkan tabel 2, laju reaksi fermentasi bonggol pisang menjadi etanol pada orde nol disajikan pada gambar 2, grafik antara etanol bereaksi (x) pada variasi waktu fermentasi.

Gambar 2. Grafik orde nol reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol.

Laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol pada orde satu.

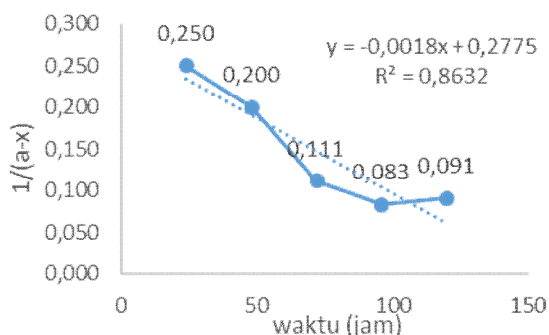
Berdasarkan tabel 2, laju reaksi fermentasi bonggol pisang menjadi etanol pada orde satu disajikan pada gambar grafik 3, grafik antara Ln (a-x) pada variasi waktu fermentasi (jam).

Gambar 3. Grafik orde satu reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol.

Laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol pada orde dua

Berdasarkan tabel 2, laju reaksi fermentasi bonggol pisang menjadi etanol pada orde dua

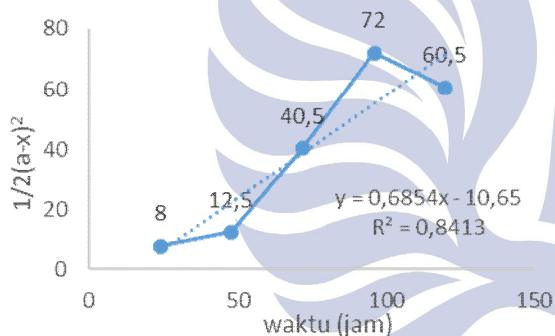
disajikan dalam gambar 4, grafik antara $1/(a-x)$ pada variasi waktu fermentasi (jam).



Gambar 4. Grafik orde dua reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol.

Laju reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol pada orde tiga

Berdasarkan tabel 2, laju reaksi fermentasi bonggol pisang menjadi etanol pada orde tiga disajikan dalam gambar 5, grafik antara $1/2(a-x)^2$ pada variasi waktu fermentasi (jam).



Gambar 5. Grafik orde tiga reaksi fermentasi bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol.

Hasil penelitian laju reaksi fermentasi pati bonggol pisang pada orde nol disajikan pada gambar 2, maka diperoleh garis linier dengan persamaan $y = 0,0875x - 0,1$; nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8681; dan nilai konstanta laju reaksi (k) sebesar 0,0875.

Hasil penelitian laju reaksi fermentasi pada orde satu disajikan pada gambar 3, grafik yang menghasilkan persamaan $y = 0,0121x + 1,1456$; nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8749; dan nilai konstanta laju reaksi (k) sebesar 0,0121.

Hasil penelitian laju reaksi fermentasi pada orde dua disajikan pada gambar 4, grafik orde dua menghasilkan persamaan $y = -0,0018x + 0,2775$; nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8632; dan nilai konstanta laju reaksi (k) sebesar -0,0018.

Selain data laju reaksi fermentasi pada orde nol, satu, dan dua, data laju orde tiga juga diperlukan untuk menentukan laju reaksi yang sesuai. Hasil penelitian ini dapat dilihat pada gambar 5, grafik orde tiga menghasilkan persamaan $y = 0,6854x - 10,65$; nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,8413, dan nilai konstanta laju reaksi (k) sebesar 0,6854;

Mengingat reaksi $A \rightarrow \text{Produk}$. Jika a adalah konsentrasi awal dan x adalah pengurangan konsentrasi a pada waktu t . Konsentrasi a pada waktu t adalah $a-x$. Oleh karena itu, untuk semua proses orde pertama, satuan tetapan laju yang dimiliki k , adalah waktu^{-1} . Berdasarkan grafik orde reaksi pada orde nol, satu, dua, dan tiga, bahwa reaksi fermentasi pati bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol mengikuti persamaan laju reaksi orde satu. Hal ini dikarenakan koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan oleh grafik orde satu berharga paling besar dan yang paling mendekati satu, dengan harga R^2 sebesar 0,8749.

PENUTUP Simpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik etanol dari pati bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) pada variasi waktu fermentasi 0, 24, 48, 72, 96, dan 120 jam berturut-turut: Kadar etanol (%), 2%, 4%, 5%, 9%, 12% dan 11%.
2. Laju reaksi fermentasi pati bonggol pisang (*Musa paradisiaca*) menjadi etanol mengikuti laju reaksi orde satu $v = k [A]^1$, dengan nilai konstanta laju (k) sebesar 0,0121.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kadar etanol dengan kadar $>90\%$.

DAFTAR PUSTAKA

1. Onuki S. 2006. *Bioethanol: Industrial production process and recent studies*. www.public.iastate.edu/~tge/course/ce521/s_onuki.pdf. [13 Februari 2014]
2. Prihandana, Rama. 2007. *Bioetanol Ubi Kayu: Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
3. Sulistyowati. 2000. *Pengaruh Lama Waktu Fermentasi Bonggol Pisang terhadap Jumlah Etanol yang dihasilkan*. Surabaya: Skripsi Program S1 Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Surabaya.
4. Amerine dan Cruess. 1960. *The Tecnology of wine making*. The Avi Publ, co. Inc., West Port, Connecticut.
5. Kurniawan, A.P. 2010. *Pembuatan Etanol dari Sampah Pasar melalui Proses Hidrolisis Asam dan Fermentasi Bakteri Zymomonas mobilis*. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS: Surabaya.
6. Utomo, Wido. 2013. *Pengaruh penambahan Pupuk NPK pada fermentasi umbi ganyong (Canna edulis kerr) untuk menghasilkan bioetanol sebagai extender premium*. Surabaya: Skripsi Program S1 Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.

